

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

El dirigible trilobulado del Ingeniero español Torres Quevedo.

Por ser asunto de actualidad al estarse construyéndose por la casa Astra el globo dirigible inventado por nuestro insigne compañero Sr. Torres Quevedo, extractamos de la revista *La Technique Aéronautique* el siguiente artículo, publicado por el ilustrado Teniente Coronel Espitallier, que empieza diciendo que las ideas nuevas no son tan frecuentes en materia aeronáutica como podía creerse, y que en lo que se refiere á los globos dirigibles existentes en la actualidad, pueden referirse á un muy pequeño número de tipos.

mos á decir algunas palabras de los primeros ensayos de un Ingeniero español de los más inteligentes, el Sr. Torres Quevedo, ya conocido por otras invenciones muy notables en otra esfera de conocimientos.

La atención del Sr. Torres Quevedo se ha fijado desde 1905 en los problemas de la construcción naval aérea; su primer privilegio en España data del 1.º de Julio de 1906, y en Guadalajara se construyó en 1908, con el concurso de los aeronautas militares, un primer dirigible por vía de ensayo de 1.000 metros cúbicos solamente. Este globo hizo el mismo año algunas evoluciones que demostraron la eficacia de las ideas nuevas aplicadas á su construcción y de las disposiciones que tienen por objeto asegurar la regularidad de las formas y la de la estabilidad.

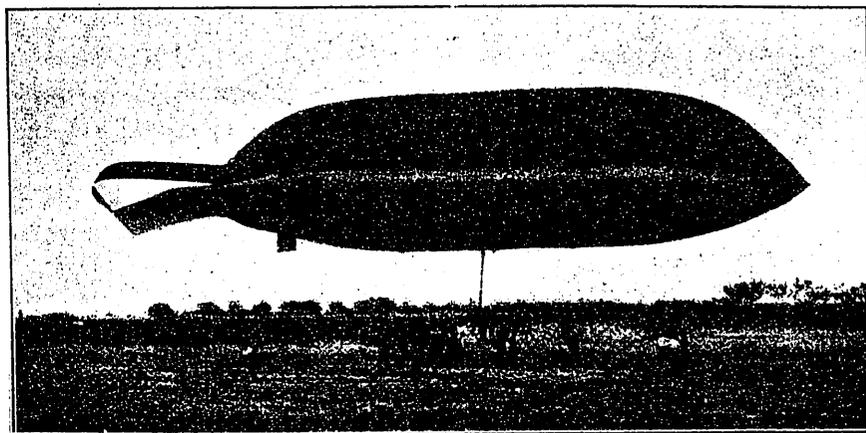


Fig. 1.ª—El globo en Sartrouville.

En Francia estos tipos son: el *Lebaudy* y el *Ville-de-Paris*, con sus derivados más ó menos mejorados. En Alemania, prescindiendo del *Zeppelin*, que constituye el único ejemplo de un dirigible de armadura rígida, el globo construído por el Mayor von Parseval es, sin contradicción, el que reúne el mayor número de disposiciones nuevas. El globo Gros parece, por el contrario, una adaptación de los elementos anteriormente conocidos; esto no es criticarlo, porque el arte de la construcción no consiste en crear sin interrupción, sino en servirse juiciosamente de las invenciones precedentes.

Sería prematuro, sin embargo, decir que la técnica del buque aéreo no descubrirá recursos nuevos ó no utilizados, y precisamente por este concepto es por el que va-

Pareció, sin embargo, al inventor que la parte aeronáutica de su primer globo exigía serias modificaciones, y para realizarlas se confió la primera envolvente á los talleres de la Sociedad francesa Astra, en la que especialmente estaba organizado un sistema de emplumadura neumática.

El nuevo globo no ha sufrido, sin embargo, más que perfeccionamientos de detalle, que no eran susceptibles de darle todas las cualidades aeronáuticas que se deben esperar de una nave aérea moderna. No es todavía más que un aparato de demostración, y desde este punto de vista es como conviene estudiarlo. No se trataba de verificar la velocidad realizable con un aparato propulsor ya viejo, ni la facilidad de evolución que se obtendrá siempre con facilidad con un modelo construído según las reglas actuales.

Los ensayos tenían por objeto, como los de 1908, estudiar lo más aproximadamente posible la aplicación de los principios establecidos por el Sr. Torres Quevedo en lo referente á la rigidez longitudinal de una envolvente muy alargada sin ninguna armadura sólida, la eficacia de la suspensión, en fin, la seguridad de la maniobra que provoca el desplazamiento angular de la cola emplumada cuyos movimientos deben facilitar las evoluciones é intervendrán igualmente para mantener la estabilidad longitudinal.

Las transformaciones del globo no han permitido, por desgracia, que estuviera en condiciones convenientes en una buena estación, con un período de buen tiempo bastante largo para asegurar una serie completa de pruebas á las cuales hubiera querido su inventor someterle.

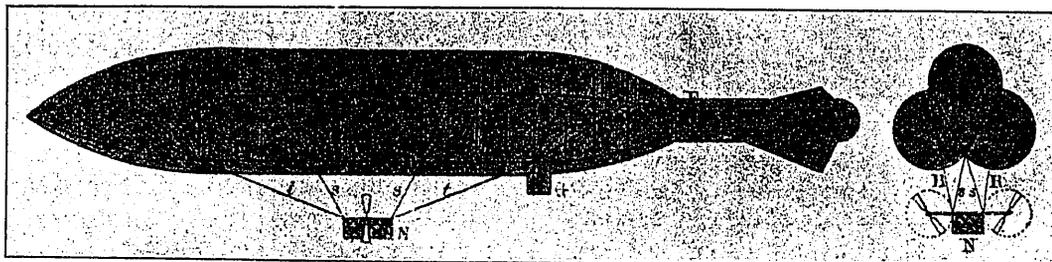
Inflado en el *hangar* de Sartreuveille, ha podido, sin embargo, salir al exterior para los ensayos de regulación y de estabilidad, llevando á bordo al Sr. Samaniego, Capitán de Ingenieros español, y á un mecánico. Hemos podido asistir, sigue diciendo el autor del artículo, á su primera salida, y podemos hacer constar que la forma se conserva de una manera tan completa como si la envolvente cubriese una armadura metálica, y además que todo el conjunto es perfectamente flexible, y no debiéndose todo esto más que á una disposición especial que describiremos más adelante.

nal del gas que los infla, tienden á elevarse, lo que determina una forma curvada que no es la que ha querido el constructor y que modifica la repartición de las tensiones de la tela.

Para evitar estos inconvenientes en otros tipos de dirigibles, se alarga la barquilla bajo forma de viga armada, uniéndola á la envolvente sobre casi toda su longitud por numerosas suspensiones, lo que determina una gran resistencia al aire.

¿Es posible asegurar al globo la forma regular y recta prevista en el proyecto sin recurrir á una viga armada? Á esto es á lo que responde la disposición imaginada por el Sr. Torres Quevedo.

Supongamos que en la envolvente precedente disponemos unos cables fijos á la tela á lo largo de tres meridianos; admitamos un sistema de uniones que aproximen estos meridianos los unos á los otros; la tensión interior del gas, á medida que los meridianos se aproximen, tenderá la tela que, en el plano transversal, tomará una cierta curvatura circular del uno al otro. Detengamos la aproximación de los cables cuando los arcos así formados sean semicírculos, por ejemplo, y se tendrá entonces, en un corte transversal cualquiera, el esquema de la figura 3.^a, en el que la envolvente dibuja tres lóbulos semicirculares que se cortan en los me-



Figs. 2.^a y 3.^a—Alzado, sin uno de los lóbulos; y sección transversal.

Se iba á proceder á una nueva tentativa y á ensayos más completos, cuando una avería fortuita en la maquinaria vino á paralizarla por una temporada que debía ser muy larga. En estas condiciones, y á causa de la mala estación, ha parecido preferible dilatar los nuevos ensayos para más adelante, tanto más cuanto que los resultados obtenidos justificaban el principio que sirve de base al sistema y permitían abordar la construcción de un tipo definitivo de gran volumen, estudiado más completamente como nave aérea, así como á lo concerniente á la maquinaria á ella referente.

Después de hecho este preámbulo histórico de la tentativa, pasa M. Espitallier á indicar cuál es la nueva idea introducida por el Sr. Torres Quevedo en la arquitectura naval aérea.

De la envolvente.

Un globo dirigible, en general, se compone de un flotador aéreo de forma muy alargada y de una barquilla en la que las cargas representadas por los aeronautas, las máquinas, el lastre y los instrumentos se encuentran lo más á menudo en un espacio muy restringido. Se trata de unir esta barquilla al flotador, y si no se quiere alargar considerablemente la primera, las suspensiones que la soportan, aun separándolas en abanico, no tocan á la envolvente más que sobre una longitud bastante reducida en la región media.

Los dos conos ojivales ó parabólicos que terminan la envolvente se abandonan á sí mismos bajo la acción ascensio-

rianos principales, dibujados por los tres cables en los vértices de un triángulo equilátero; los lados de este triángulo, ó las cuerdas de los arcos, están constituídos precisamente por las uniones de que hemos hablado, y dado el género de esfuerzos á que está sometido el sistema, es evidente que estas uniones están tirantes; pueden, por lo tanto, constituirse por cuerdas flexibles ó aun por paredes de tela, sin intervención de ninguna pieza rígida.

Si ahora consideramos una vista longitudinal del globo, suponiendo quitada la tela entre dos meridianos principales (figura 2.^a), las uniones que acabamos de indicar aparecerán bajo la forma de dos arcos E , E (cable superior é inferior) y de una serie de traviesas equidistantes a , a , proyectadas verticalmente.

Puede concebirse que bastará disponer otras uniones oblicuas para hacer el sistema indeformable.

En realidad, escogiendo dos puntos nodales A y B de una parte y de otra, y á igual distancia de la vertical del centro de gravedad del globo, el inventor dispone los tensores oblicuos b , b , bajo la forma de patas de pato que partan de estos puntos nodales.

Si ahora se suspende la barquilla de estos mismos puntos, el equilibrio del conjunto aparece con claridad. Las cuerdas oblicuas desempeñan aquí el mismo papel que los sostenes de las suspensiones habituales, con la diferencia de que no aparecen al exterior, y que, fijándose á una altura mucho mayor, se desarrollan en una mayor longitud.

La carga recae de este modo, no sólo sobre la parte me-

dia de la envolvente, sino sobre casi la totalidad del meridiano, al cual se halla directamente suspendida y los conos terminales no tienden á levantarse, efecto que no se evita ordinariamente más que por medio de una barra de suspensión ó por una larga barquilla de viga armada.

En un punto nodal *B* (fig. 4.^a) se ejercen: una carga vertical *D* igual á la mitad del peso de la barquilla y la componente horizontal *F* producida por la oblicuidad de la sus-

un globo de gran longitud se elevan á cuatro el número de puntos nodales y de haces correspondientes. Los dos puntos nodales intermedios sirven para la unión de las suspensiones propiamente dichas; las dos extremas reciben la extremidad de dos balancines de balanceo; son cables muy oblicuos, fijados, por otra parte, á las extremidades de la barquilla; están apenas tendidos en marcha normal y no entran en juego más que cuando el globo se inclina á consecuencia del balance (fig. 2.^a).

Con un objeto análogo el Sr. Torres propone colocar, á cada lado de la barquilla, dos balancines que atraviesan la envolvente y van á fijarse á los cables superiores; estos balancines se indican por puntos en la figura 3.^a

La figura 5.^a basta para comprender cómo se une uno de los cables *GG* con la envolvente, siguiendo uno de los meridianos escogidos. Como se ve, este cable pasa á una cierta distancia de la envolvente. De un nudo *N* á otro pende una cuerda *bb*, en forma de cadeneta, cosida entre dos paredes de tela. Por este medio se evita que la tela tome una curvatura entre los nudos bajo la presión del gas. Está al mismo tiempo suficientemente independiente del cable, para no sufrir ninguna parte de la tensión longitudinal, que es soportada toda entera por el cable mismo.

Emplumadura.

Primitivamente, el globo Torres no llevaba emplumado propiamente dicho; pero se le ha añadido, en los talleres del Astra, una cola cilíndrica trilobulada, inflada por el gas lo mismo que el globo, con el cual se comunica libremente.

En los ángulos entrantes se fijan unas alas triangulares de tela.

Esta cola ofrece una particularidad característica, y es que puede inclinarse á derecha ó á izquierda en el plano horizontal y hacia arriba ó hacia abajo en el vertical. Estas

pensión inferior. Por otra parte, no considerando más que la mitad del globo situado en el lado del punto nodal *B*, la tensión total del gas sobre la envolvente determina esfuerzos cuya resultante *H* es horizontal á consecuencia de la simetría; esta fuerza horizontal indica con claridad que los tres cables están sometidos á tracciones. La masa gaseosa presenta además una fuerza ascensional *Q* que obra sobre la parte superior de la envolvente, fuerza vertical que se podría reemplazar por pequeñas fuerzas *a*₁, *a*₂, *a*₃..... aplicadas á los vértices de la red triangular.

Se ve, finalmente, que estas fuerzas *a*₁, *a*₂, *a*₃..... y las tensiones de cada uno de los cables equilibran á la tensión del ramal oblicuo correspondiente con tal que la presión del gas alcance un valor conveniente. Esta presión necesaria no es, por otra parte, considerable. En el primer modelo construido no excedía de 11 kilogramos por metro cuadrado, valor bien inferior al que se tiene en los dirigibles ordinarios. En el curso de las experiencias de Sartrouville, el globo tenía una forma perfectamente regular y rígida para una presión de 12 milímetros de agua, mientras que las válvulas de seguridad están acuñadas para una presión de 40 milímetros.

Si la presión disminuye las componentes horizontales, y por consecuencia las tensiones del cable disminuyen también, los esfuerzos verticales vienen á ser entonces preponderantes y tienden á levantar las dos mitades del globo; éste formaría entonces una *V*, sin que esta deformación influya por lo demás sobre la estabilidad del conjunto; sin embargo, las cuerdas más oblicuas de cada pata de pato, que sufrirían entonces esfuerzos suplementarios, son reforzadas; pero ésta es sólo una situación excepcional que señalamos para completar nuestro análisis.

Los dos sistemas de patas de pato interiores que acabamos de indicar basta para demostrar el principio; pero en

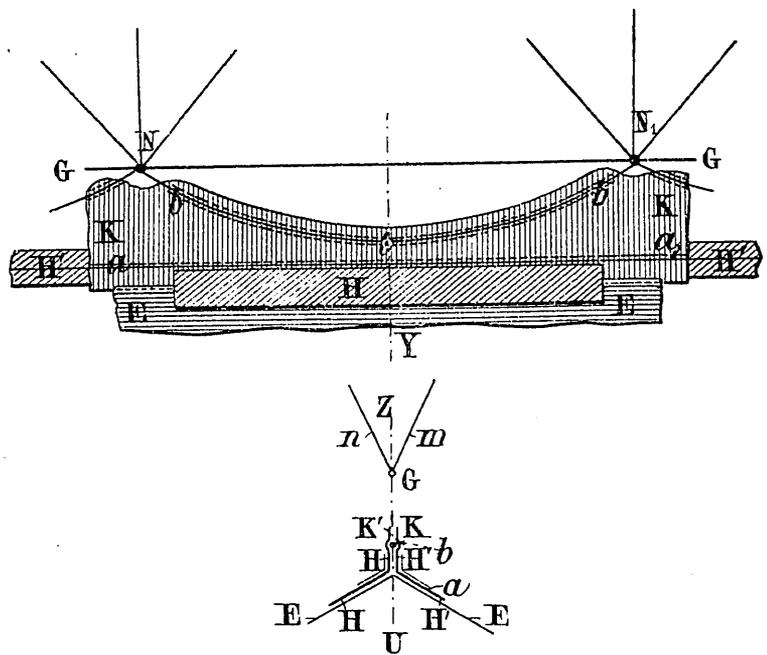


Fig. 5.^a—Unión de un cable principal y de la envoltura.

maniobras pueden disponerse desde la barquilla por medio de cuerdas especiales. Ellas bastarían en rigor para determinar las evoluciones del globo y regular su horizontalidad si manifestase alguna tendencia á hocicar. Por otra parte, esta cola es espontáneamente bastante flexible en su raíz para ceder con ligereza á los esfuerzos exteriores, y, como

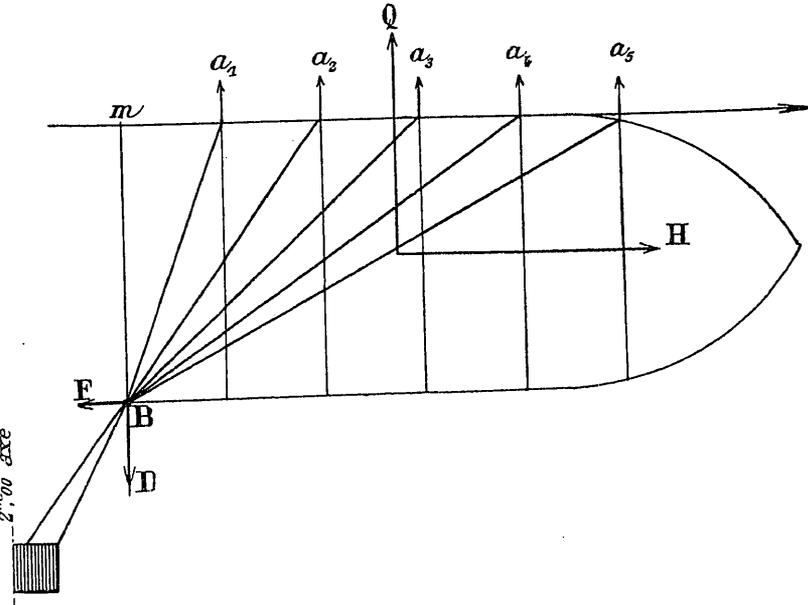


Fig. 4.^a—Esquema de los esfuerzos desarrollados.

la cola de una cometa, obra eficazmente para atenuar las oscilaciones en el plano vertical ó las bandadas en el horizontal.

Las cuerdas de gobierno se unen interiormente hacia la extremidad de la cola; siguen los cables, pasan cerca de la

envolvente, atraviesa ésta por una pequeña manga extensible de caucho mantenida por una ligadura.

Aunque la cola puede muy bien hacer el oficio de timón, se ha colocado debajo del globo el timón habitual, compuesto de un doble plano compensado *G* (fig. 2.^a).

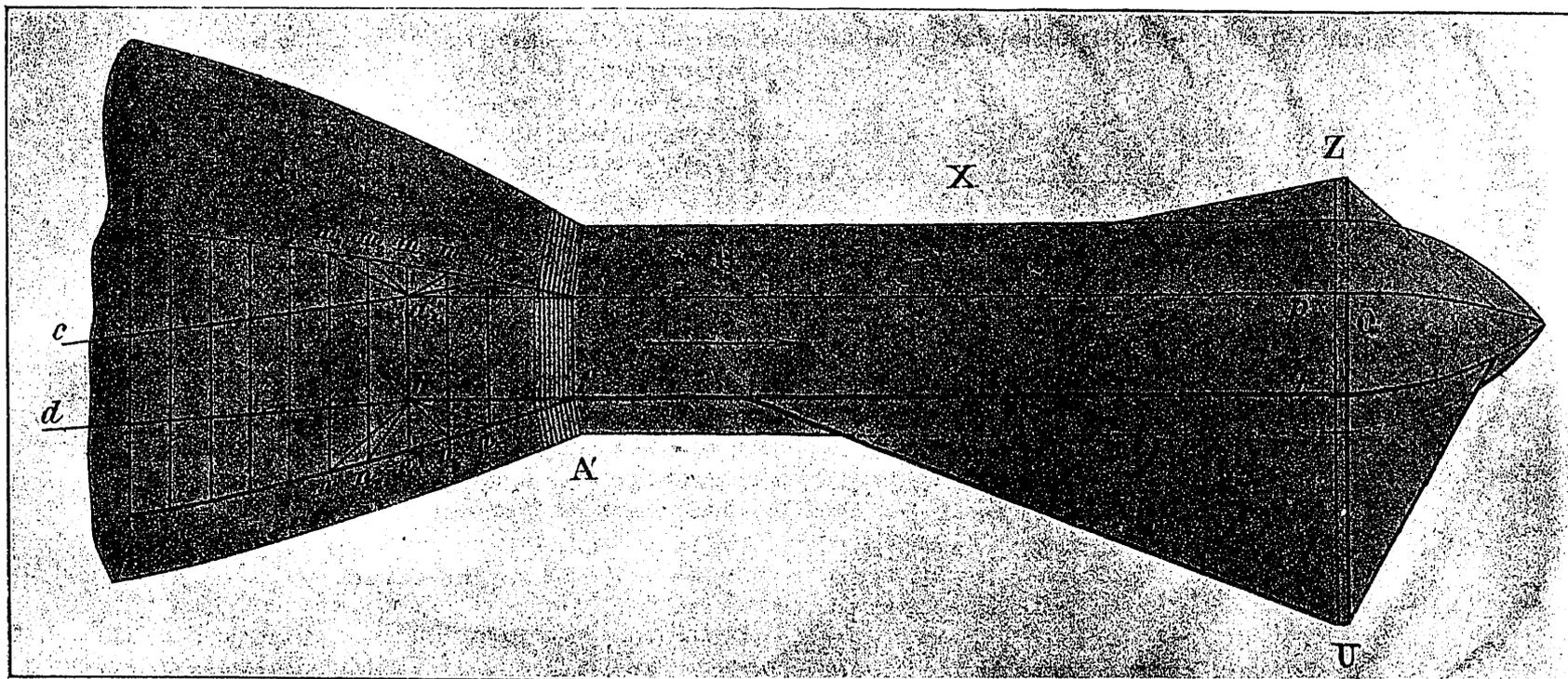


Fig. 6.ª—Disposición de la emplumadura caudal trilobulada.

raíz, en una vaina sostenida por una pata de pato; y por una segunda vaina de retorno colocada cerca de los puntos nodales descendiendo al fin hasta la barquilla á la mano del piloto. Á fin de no comprometer la impermeabilidad de la



Fig. 7.ª—El dirigible visto de frente.

Barquilla.—Propulsor.

Es inútil describir aquí la barquilla que no tenía su forma definitiva en el modelo de las experiencias, pero en la cual su corta longitud la permite tener un peso pequeño. Tampoco insistiremos acerca del grupo propulsor que se componía de dos hélices colocadas á una y otra parte sobre las que actuaban dos motores Antoinette.

Ventajas del trilobulado.

Lo que acabamos de decir basta para indicar las disposiciones nuevas y características del sistema Torres.

Las ventajas más esenciales son las siguientes:

a) El globo constituye un conjunto completamente flexible, cuya permanencia de forma se debe á la presión interior aparente del gas, mantenida por dos globitos de aire colocados en los dos lóbulos inferiores; pero la regularidad y la rigidez del perfil longitudinal se obtiene aún con una debilísima presión por una viga armada interior, cuyos elementos todos están sometidos á esfuerzos de extensión, lo que permite constituirlos únicamente por cables también flexibles ó por telas.

b) El cordaje interior que sirve al mismo tiempo de suspensión, así como los órganos de suspensión exteriores, se reducen á su más simple expresión, así como la resistencia que ellos oponen á la marcha en el aire.

El desarrollo de la envolvente trilobulada en una sección cualquiera es mayor, es verdad, que la de un globo de sección circular á igualdad de volumen, así como la cuaderna maestra, y, por consecuencia, la resistencia debida al frotamiento, así como la resistencia directa de la sección recta son aumentadas muy ligeramente; pero este aumento

está lejos de compensar la disminución de la resistencia del cordaje que interviene en una proporción muy grande en la resistencia total de un dirigible ordinario como ya se sabe.

c) La tensión de la tela que es proporcional al radio de curvatura (en este caso el radio de los lóbulos) es mucho más débil que en un globo de sección circular equivalente, y este es un resultado muy importante.

d) El modo de unirse la suspensión se verifica de una manera muy favorable en la región superior de la envolvente, sin apretar ésta lateralmente, como ocurre cuando las suspensiones son tangentes á los flancos del globo, contribuyendo su intervención á aumentar la presión interior necesaria.

No se puede negar á las diferentes disposiciones imaginadas por el Sr. Torres Quevedo una ingeniosa originalidad, y los primeros resultados son bastante concluyentes para poder esperar la obtención de un globo de volumen conveniente bajo una forma definitiva.

LOS PUERTOS DE LA PROVINCIA DE HUELVA

Terminado en el presente estudio el relato acerca de los puertos de España en las costas Norte y Noroeste y parte de la del Poniente de nuestra Península hasta llegar á la frontera de Portugal y al río Miño, debemos continuarle á partir del río Guadiana, que también nos separa de dicha Nación en la costa Sur de nuestro territorio.

El primer puerto de España en dicha línea fronteriza es el de Ayamonte, situado en la margen izquierda del Guadiana en su desembocadura en el Atlántico, cuyo puerto tiene importancia bastante para ser declarado de *interés general*. Sin embargo, no se ha hecho tal declaración, y resulta, que en dicha provincia no existe más puerto de interés general, y, por tanto, á cargo del Estado, que el de la capital.

Nos ocuparemos, por tanto, en primer lugar de dicho puerto, y después del de Ayamonte y otros de la misma provincia, que aun cuando no sean ni merezcan tanto como el citado, que el Estado los auxilie con obras de su cargo y dirección, deben, sin embargo, ser tenidos en cuenta en este estudio.

El puerto de Huelva.

En la ensenada que forma la costa entre las desembocaduras de los ríos Guadalquivir y Guadiana y en la ría del Odiel y á diez millas del Atlántico se halla situado el *gran puerto de Huelva* en amplio estuario, abrigado de todos los vientos y con fondeadero cómodo y seguro.

La entrada de la barra del puerto está situada á 37°, 6', 6" de latitud y 3°, 38', 24" de longitud con relación al Meridiano de San Fernando. Dicha barra cala 6 metros en bajamar viva equinoccial, la que se draga constantemente por la draga de succión *Huelva*, adquirida en 1878, y se halla balizada por cuatro boyas y por dos luces de enfilación, una roja y otra blanca, visibles á una distancia superior á 10 millas.

Canal de la ría.—Su menor calado es de seis metros á bajamar viva, aguas arriba del bajo de la Ballena, y de

siete metros desde dicho sitio, aguas arriba, hasta el muelle de Riotinto, y de ocho desde dicho punto al de Tharsis.

Las regiones marítimas de los ríos Odiel y Tinto se hallan influidas por las mareas en una extensión de 28 kilómetros de longitud para el Odiel y de 23 para el Tinto, pudiendo navegar los buques de porte en el primero por el cauce grande, único comprendido entre Punta-Marina y la confluencia con el Tinto, en una longitud de 7 kilómetros, con un ancho medio en bajamar de 500 metros y un calado que varía entre 5,50 y 24,60 metros. El Tinto es también navegable para grandes buques desde su confluencia con el Odiel hasta la confrontación del puerto de Palos, en longitud de 5 kilómetros, con un ancho medio en bajamar de 600 metros y calados desde 5 á 10,45 metros.

De suerte que el puerto de Huelva, propiamente dicho, se halla formado por el cauce inferior, único de la región del Odiel, con el correspondiente de la del Tinto, y por el cauce común de la desembocadura con un desarrollo longitudinal de 14 kilómetros y una anchura media en bajamar de unos 700 metros, lo que produce una superficie navegable para grandes buques, perfectamente abrigada, de 980 hectáreas, con profundidades variables de 5,50 á 28 metros, las cuales se aumentaron por los dragados en curso de ejecución, hasta llegar al calado mínimo de ocho metros en el interior de la ría y de seis en la canal de entrada de la barra.

Las obras realizadas en dicho puerto lo han sido por la Junta del mismo, que fué constituida en el año de 1874, habiéndose gastado en ellas la cantidad total de pesetas, 20.327.666 desde que se constituyó la expresada Corporación, hasta el 31 de Diciembre de 1909.

Muelles principales del puerto.—Los construídos por la Junta son: El de marea del Dique de la Cabilla, el muelle Sur y el muelle Norte.

El de la Cabilla tiene 173 metros de longitud con 4 de ancho, en dicha extensión atracable, y un calado en mareas medias de 2 metros, realizándose el tráfico en dicho muelle con pequeñas embarcaciones y gabarras, auxiliado por dos grúas de 1.500 y 2.500 kilogramos de potencia. Para dicho servicio existen tres tinglados.

Muelle Sur.—Es de hierro y proyectado en 1881, se abrió á la explotación en el año de 1888. Su longitud es de 155 metros, su anchura de 27,60 metros y su calado en bajas mareas de 6 metros. El coste total ha sido de 1.293.096,83 pesetas. Se halla dedicado á la carga y descarga de mercancías generales, que se efectúan con el auxilio de ocho grúas de vapor de cuatro toneladas de potencia.

Muelle Norte.—Comenzaron sus obras en 1903 y se abrió á la explotación en 16 de Julio de 1908. Tiene 250 metros de longitud, 22 de ancho y un calado en bajas mareas de 8 metros. Se halla distribuído en cuatro partes de 125 metros cada una, y en él pueden cargar cómodamente los buques de mayor tonelaje, utilizándose para ello ocho grúas eléctricas de pórtico con potencia de cinco toneladas.

Los servicios principales á que se dedican los expresados muelles es á la exportación de minerales y á la importación de carbones y maquinaria para las explotaciones mineras.

Tiene asimismo la Junta, para el embarque y desembarque de personas, un muelle de madera de uso público y gratuito.

Muelles particulares.—La Compañía de las minas de Riotinto construyó en el año de 1874 para la exportación de sus minerales (en su mayor parte de piritas de cobre ó